

SISTEM KONVERSI DATA GEOGRAFIS PADA REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN KABUPATEN KUTAI BARAT

Beny Yulkurniawan Victorio Nasution¹⁾, Febriliyan Samopa²⁾

^{1,2)} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
E-mail: bee01@si.its-sby.edu, spoors106@yahoo.com

Abstract. Geographic data exchange has always been a problem in GIS (Geographic Information System) industries for a quite long time. One solution is to use XML (eXtensible Markup Language)-based GML (Geography Markup Language) pioneered by OpenGIS Consortium. GML separates geographic content with its presentation. A map generated using GML needs a GML data transformation to readable form for the software. SVG (Scalable Vector Graphics) is a part of XML providing 2-dimensional graphic used in GML data presentation. XSLT (Extensible Stylesheet Language for Transformation) is an XML-based document to transform GML data into SVG graphical elements. This application is implemented in web environment using Java and JavaServer Pages. Evaluation showed that SVG documents generated from this data transformation and shapefile conversion application had considerably high detail and almost identical to ESRI Arc View results.

Keywords: GIS, GML, SVG, GML to SVG transformation, Shapefile to GML Conversion

Hingga saat ini, telah dikenal berbagai format *proprietary* dari berbagai aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis), baik dari segi pembuatnya maupun perbedaan format datanya. Dalam perkembangannya, terdapat beberapa fungsi dan aplikasi untuk melakukan perubahan antar format, akan tetapi tidak memberikan hasil yang diinginkan karena setiap format data memiliki keunikan tersendiri yang menjadikan hambatan untuk diubah ke format lainnya. Hal ini juga menjadi hambatan untuk *webmapping*, karena setiap aplikasi akan memerlukan *client environment* yang berbeda-beda pula. Karena perbedaan format menghambat pemanfaatan data geografis secara lebih luas, maka diperlukan cara pertukaran data yang dapat dipahami secara global. Fungsi ini dapat dipenuhi oleh XML (*Extensible Markup Language*).

Penggunaan XML memungkinkan penerapan SIG melalui internet dalam bentuk yang lebih terbuka, murah dan beragam tapi memiliki kompatibilitas. Hal ini dapat diwujudkan dengan penggunaan turunan dari XML yaitu GML (*Geographics Markup Language*), SVG (*Scalable Vector Graphics*) dan XSL (*Extensible Stylesheet Language*).

GML memiliki kemampuan untuk melakukan penyimpanan data geografis, baik data spasial maupun data non spasial dari obyek geografis. GML menyediakan *framework* yang

terbuka dan independen untuk mendefinisikan suatu obyek maupun skema dari data geografis. Akan tetapi GML hanya difokuskan pada penyimpanan isi dari data geografis saja, sehingga untuk penyajian diperlukan fungsi lainnya, yaitu SVG. SVG memberikan kemampuan untuk penyajian data geografis dalam bentuk grafis. SVG memiliki kemampuan untuk memuat data vektor, *bitmap* dan teks.

DATA PROPIETARY

Data *proprietary* merupakan data yang berasal dari vendor pembuat suatu aplikasi tertentu. Data *proprietary* merupakan data dengan format tertutup yang memiliki karakteristik yang berbeda bergantung pada kebutuhan dan desain aplikasi yang dihasilkan oleh vendor. Karena formatnya yang tertutup, data ini tidak dimungkinkan untuk digunakan oleh aplikasi lain dari vendor maupun organisasi pembuat perangkat lunak yang berbeda.

Dalam industri SIG, terdapat bermacam-macam perangkat lunak yang merupakan *proprietary* dan data yang dihasilkan merupakan data *proprietary*. Contohnya adalah ESRI Arc View, Map Info, Autodesk, Erdas Imagine, dan lain sebagainya.

Permasalahan dengan adanya data *proprietary* adalah kesulitan dalam proses

pertukaran data antar ruang kerja pengembangan aplikasi SIG, terutama yang berbasis *web* (*webmapping*). Data *proprietary* membutuhkan suatu *plugin* tertentu untuk diubah ke bentuk lainnya. Perubahan dapat juga dilakukan menggunakan perangkat lunak pihak ketiga, akan tetapi hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan format *vendor* asal.

GEOGRAPHICS MARKUP LANGUAGE

GML (*Geographics Markup Language*) merupakan sebuah XML yang berbasis pada pengkodean dengan standar dari informasi geografis yang dibangun oleh OGC (*OpenGIS Consortium*). Status terakhir adalah sebuah RFC (*Request For Comment*) dibawah pengawasan dari OGC. RFC didukung oleh berbagai macam *vendor* termasuk didalamnya Oracle, Galdos System, MapInfo, CubeWrx dan CompuSult.

GML merupakan bahasa yang diturunkan dari XML, yang dibangun untuk membantu memisahkan isi dari penyajian dalam dunia geografis. GML berkonsentrasi pada representasi isi data geografis. GML dapat juga digunakan untuk membuat peta. Hal ini dapat diselesaikan dengan membangun alat bantu untuk mengartikan data GML. Akan tetapi hal ini bertentangan dengan tujuan dari standarisasi dan pemisahan antara sisi dan penyajian. Untuk membuat peta dari GML, dibutuhkan merubah format dari elemen GML menjadi format yang dapat diterjemahkan oleh tampilan grafis dalam *web browser*. Tampilan grafis yang mungkin dipakai adalah SVG (*Scalable Vector Graphics*), VML (*Microsoft Vector Language*) dan X3D. Format peta digunakan untuk mengalokasikan elemen GML dan menginterpretasikannya menggunakan format grafis umum. GML merepresentasikan informasi geografis dalam bentuk teks. Teks memiliki kesederhanaan dan kemudahan pembacaan serta memudahkan pemeriksaan dan perubahan yang akan dilakukan.

SCALABLE VECTOR GRAPHICS

SVG (*Scalable Vector Graphics*) merupakan bahasa yang digunakan untuk mendeskripsikan grafis dua dimensi dalam XML. SVG memperbolehkan tiga tipe dari obyek grafis, yaitu bentuk vektor grafis (misalkan jalur yang terdiri dari garis lurus dan kurva), gambar dan teks.

Hasil dari SVG dapat juga interaktif dan dinamis. Animasi dapat didefinisikan dan ditimbulkan secara deklaratif (misalkan, dengan menempelkan elemen animasi SVG pada isi SVG) atau dengan menggunakan skripting.

SVG dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai macam variasi dari obyek grafis, dan juga menyediakan bentuk dasar umum seperti bujur sangkar dan elips. SVG memberikan pengendalian kualitas melalui sistem koordinat dari obyek grafis yang telah didefinisikan dan transformasi yang akan digunakan selama proses *render*.

JAVA OPEN SOURCE

Java Open Source yang digunakan dalam perangkat lunak ini adalah sebagai berikut:

- Apache Tomcat*, merupakan servlet container yang digunakan pada referensi pengimple-mentasian resmi dari teknologi *Java Servlet* dan *JavaServer Pages*.
- Deegree Project*, merupakan sebuah proyek *open source* yang diimplementasikan menggunakan Java. Deegree memiliki kemampuan dalam pembangunan infrastruktur data spasial sesuai dengan standar dari OGC (*Open GIS Consortium*) dan ISO/TC 211. Keseluruhan arsitektur deegree didasarkan pada konsep dan spesifikasi OGC dan tidak memiliki permasalahan untuk diintegrasikan dengan produk standar dari *vendor* lain.
- Batik*, merupakan teknologi Java berbasis alat bantu (*toolkit*) untuk aplikasi ataupun *applet* yang akan menggunakan format SVG untuk berbagai macam keperluan misalkan penyajian, pemrosesan dan manipulasi.
- JAI (Java Advanced Imaging)*, yang digunakan untuk pemrosesan gambar dengan performa tinggi dan mutakhir untuk digabungkan bersama *applet* dan aplikasi lainnya.
- JTS (Java Topology Suite)*, merupakan API yang memberikan kemampuan untuk implementasi dari model data spasial yang didefinisikan dalam OGC SFS (*Simple Features Specification for SQL*). JTS mengimplementasikan secara matang operasi kunci dari komputasi geometri dan memiliki format *Well-Known Text* dalam masukan dan keluaran.

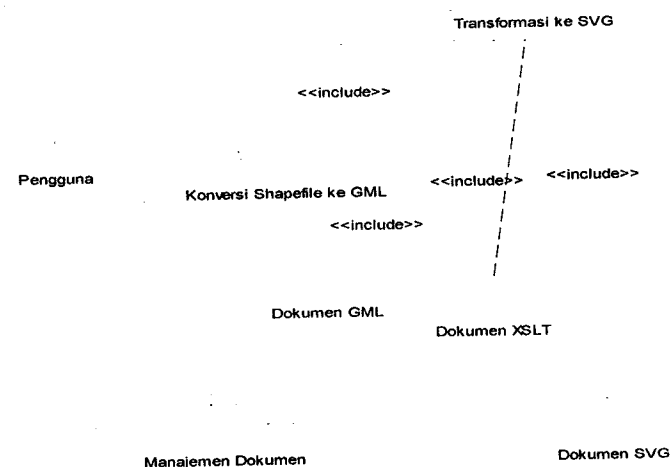
- f) *Xerces2*, merupakan salah satu proyek dari Apache yang memperkenalkan XNI (*Xerces Native Interface*), sebuah *framework* lengkap untuk pembangunan komponen *parser* dan konfigurasi yang secara ekstrim dibentuk modular dan mudah untuk diprogram. *Xerces2* mampu melakukan parsing dokumen yang ditulis sesuai dengan rekomendasi XML 1.1, kecuali dokumen tersebut belum didukung oleh spesifikasi yang dimiliki *Xerces2*.
- g) *Saxon*, *saxon* merupakan satu set alat bantu untuk melakukan pemrosesan dokumen XML. *Saxon* umumnya berguna ketika melakukan konversi data XML menjadi format lainnya. Format keluaran dapat saja berupa XML, HTML, format lainnya misalkan nilai yang dipisahkan oleh koma, *EDI messages*, atau data dalam *database* relasional.

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Proses bisnis yang dimiliki oleh perangkat lunak terdiri dari tiga macam proses yaitu proses konversi, proses transformasi dan proses manajemen dokumen. Proses konversi merupakan proses untuk melakukan konversi data dari dokumen *shapefile* menjadi data dalam bentuk dokumen GML yang dapat dibaca manusia berisi fitur geografis beserta atributnya. Proses transformasi merupakan proses perubahan proses transformasi dokumen GML menjadi informasi geografis dalam bentuk visual. Proses manajemen dokumen merupakan proses pengaturan dokumen-dokumen yang berhubungan dengan perangkat

lunak. Proses ini memiliki kemampuan untuk melakukan penambahan, penghapusan maupun perubahan dokumen. Untuk lebih jelasnya dapat diamati pada gambar 1. Gambar 1 merupakan diagram *use-case* untuk perangkat lunak. Diagram ini dibangun dari penentuan entitas yang diperlukan dalam perangkat lunak ini dimulai dari penentuan aktor kemudian *use-case*. Dalam perangkat lunak ditentukan satu entitas aktor yaitu pengguna. Pengguna mampu memilih tiga proses, yaitu manajemen dokumen, konversi *shapefile* ke GML dan transformasi ke SVG.

Entitas *use-case* dalam perangkat lunak terbagi menjadi bagian utama yaitu manajemen dokumen, konversi *shapefile* ke GML dan transformasi ke SVG. *Use-case* Manajemen dokumen merupakan *use-case* generalisasi dari tiga *use-case*, yaitu Dokumen GML, Dokumen XSLT dan Dokumen SVG. Manajemen dokumen memiliki kemampuan untuk melakukan proses manipulasi dokumen, antara lain melakukan penghapusan dokumen, perubahan dokumen dan penambahan dokumen. *Use-case* Konversi *shapefile* ke GML merupakan *use-case* untuk melakukan konversi dokumen *shapefile*. *Use-case* transformasi ke SVG melakukan penanganan terhadap transformasi dokumen GML hasil konversi menjadi dokumen XSLT. *Use-case* ini merupakan *include* dari dua *use-case* lain, yaitu *use-case* dokumen GML dan *use-case* dokumen XSLT, serta menuju *use-case* lainnya dengan *stereotype include* yaitu *use-case* dokumen SVG.



Gambar 1. Diagram Use-Case Perangkat Lunak

IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK

Data yang diperlukan untuk perangkat lunak merupakan data geografis dari ESRI Arc View yang memiliki format *shapefile*. Data yang diperlukan adalah tiga macam data, pertama adalah data dari dokumen utama, berekstensi *shp*, yang merupakan dokumen penyimpanan informasi fitur geografis. Yang kedua adalah data indeks, berekstensi *shx*, yang merupakan dokumen pengatur indeks antara dokumen utama dengan dokumen *database*. Dokumen ketiga adalah data dari *database*, berekstensi *dbf*, yang merupakan dokumen penyimpanan data tambahan pendukung dari fitur geografis.

Dari ketiga data tersebut akan dilakukan konversi menjadi dokumen GML sesuai dengan *OpenGIS Geography Markup Language Implementation Specification*. Contoh dokumen hasil konversi dapat dilihat pada gambar 2. Proses konversi berlangsung dari pemilihan dokumen yang dibutuhkan untuk kemudian di-upload ke server. Dokumen kemudian diekstrak untuk diambil fitur geografisnya. Selanjutnya adalah perubahan data hasil ekstraksi menjadi elemen-elemen geografis GML. Elemen-elemen ini kemudian disimpan menjadi dokumen GML yang sesuai dengan spesifikasi *OpenGIS* dan aturan penulisan dokumen XML.

```

<header dokumen xml />
<nama_doc schema_yang_digunakan>
  <fitur_gml>
    <isi_gml>
      :
    </isi_gml>
  </fitur_gml>
</nama_doc>
  
```

Gambar 2. Struktur Dokumen GML Sederhana Hasil Konversi

Dokumen ini merupakan dokumen SIG yang akan menjadi standar baku dalam pertukaran data geografis dalam dunia *web*. Data ini hanya berisi data geografis saja, karena GML memiliki karakteristik untuk memisahkan antara isi dengan penyajian. Contoh dokumen GML hasil konversi dapat dilihat pada gambar 3.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<exp:FeatureCollection
  xmlns:exp="http://www.opengis.net/examples"
  >
  
```

```

  xmlns="http://www.opengis.net/exp"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink">
    <gml:boundedBy>
      <gml:Box>
        <gml:coordinates>
          333070,9870989
          444373,10000000
        </gml:coordinates>
      </gml:Box>
    </gml:boundedBy>
    <gml:featureMember>
      <exp:Area fid="ID0">
        <gml:extentOf>
          <gml:Polygon
            srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
              <gml:outerBoundaryIs>
                <gml:LinearRing>
                  <gml:coordinates cs=","
                    decimal="." ts=" " >
                    404733.93995322793,9911271.513100438
                    404822.02604605904,9911330.237162326
                    :
                    404733.93995322793,9911271.513100438
                  </gml:coordinates>
                </gml:LinearRing>
              </gml:outerBoundaryIs>
            </gml:Polygon>
          </gml:extentOf>
        </exp:Area>
      </gml:featureMember>
    </exp:FeatureCollection>
  
```

Gambar 3. Dokumen GML Hasil Konversi

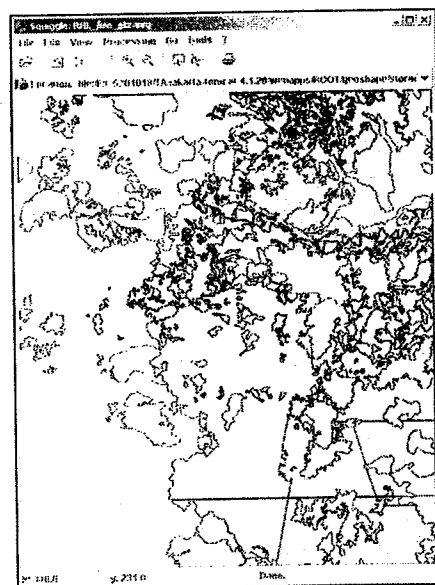
Proses penyajian data geografis dilakukan dengan melakukan transformasi data GML menjadi bentuk penyajian visual, yaitu SVG. Proses ini dimulai dari pemilihan dokumen GML dan dokumen XSLT yang dipergunakan untuk transformasi. *XSLT Processor* yang dipergunakan untuk melakukan transformasi adalah *Saxon*. Dalam proses transformasi ini, dokumen GML diekstrak untuk diambil elemen-elemen yang berkaitan dengan penggambaran peta terutama koordinat peta. *XSLT* mengatur permasalahan untuk pewarnaan, ukuran peta, dan data non-spasial lainnya. Akhir dari proses transformasi ini adalah peta geografis yang dapat disajikan menggunakan *web*. Saat ini penyajian dokumen menggunakan format SVG dapat dilakukan oleh *web browser* yang telah dilengkapi dengan *plugin SVG*. Salah satu *plugin SVG* yang free adalah *Adobe SVG*. Penyajian dokumen SVG dapat juga dilakukan menggunakan *web browser* khusus SVG, salah satu dikenal adalah *Squiggle Batik*.

Browser dari Apache Foundation. Contoh dokumen SVG dapat dilihat pada gambar 4.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<svg width="517" height="600">
  <defs>
    <g id="L1_9" transform="scale(0.25)">
      <path style="fill-rule:nonzero;
        fill:#EBF322;stroke:#000000;
        stroke-miterlimit:2;"
        d="M13.793,17.647h41.176"/>
    </defs>
    <path style="stroke-width:1;
      fill:rgb(180,180,255);
      stroke:rgb(0,0,0);
      fill-rule:evenodd;" id=""
      d="M332.877433275103,412.6554490681976
      :
      L331.458451953004,514.108079680250"/>
  </svg>
```

Gambar 4. Penggalan Dokumen SVG

Dokumen hasil transformasi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Penyajian pada Web Browser

UJI COBA PERANGKAT LUNAK

Skenario Uji Coba

Uji coba yang dilakukan adalah uji coba perbandingan tingkat ketelitian dari gambar yang dihasilkan. Gambar yang dihasilkan adalah gambar hasil *capture* menggunakan HyperSnap dan disamakan format gambarnya menggunakan Adobe Photoshop. Tingkat perbandingan gambar dinyatakan dengan skala persen 0.00 – 100.00%. Semakin besar persentase maka tingkat persamaan gambar

semakin tinggi, sehingga gambar dapat dinyatakan hampir identik.

Skenario uji coba diawali dengan pemilihan lima macam dokumen *shapefile* yang sudah dikonversi dan ditransformasikan menjadi dokumen SVG. Dokumen *shapefile* ini merupakan data geografis rehabilitasi hutan dan lahan kabupaten Kutai Barat yang diperoleh dari CIFOR (Center for International Forestry Research). Nama dokumen merupakan satu set dokumen *shapefile* yang terdiri dari dokumen utama (.shp), dokumen index (.shx) dan dokumen data (.dbf). Nama dokumen hasil proses merupakan dokumen akhir hasil proses konversi dan transformasi yang berekstensi .svg. Tipe fitur geografis merupakan tipe yang dimiliki oleh setiap dokumen geografis. Dalam hal ini tipe fitur yang dimiliki oleh kelima dokumen adalah polygon. Jumlah fitur yang dimiliki oleh setiap dokumen tidaklah sama. Hal ini berkaitan dengan kompleksitas dari data geografis yang disimpan dalam dokumen tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Dokumen Uji Coba

Nama Dokumen	Nama Dokumen Hasil Proses	Tipe Fitur Geografis	Banyak Fitur
Tghk	rhl_tghk.svg	Polygon	28
Rtrwp_98	rhl_rtrwp_98.svg	Polygon	22
Kecamatan	rhl_kecamatan.svg	Polygon	9
Lsys	rhl_lsys.svg	Polygon	303
Fire_gtz	rhl_fire_gtz.svg	Polygon	555

Gambar hasil transformasi akan ditampilkan menggunakan Squiggle Batik Browser yang mendukung sepenuhnya format dokumen SVG. Gambar lainnya yang akan dipergunakan untuk melakukan perbandingan diperoleh dari penyajian theme mempergunakan ESRI Arc View 3.2.

Gambar yang ditampilkan akan di-*capture* mempergunakan HyperSnap dengan format BMP (Bit Map Picture). Alasan pemilihan format gambar ini karena BMP merupakan format gambar raster dengan kualitas yang paling bagus dan belum mengalami kompresi dalam dokumen gambar, seperti halnya JPEG. Gambar hasil *capture* dari kedua jenis penyajian gambar tidak memiliki ukuran yang sama yang dinyatakan dalam pixels. Untuk menyamakan ukuran

kedua gambar dipergunakan Adobe Photoshop 7.0 dengan format gambar keluaran sama, misalkan dipergunakan format BMP 24-bit.

Setelah dilakukan perubahan ukuran gambar, skenario selanjutnya adalah melakukan perbandingan gambar mempergunakan Image Comparer dan Image Diff.

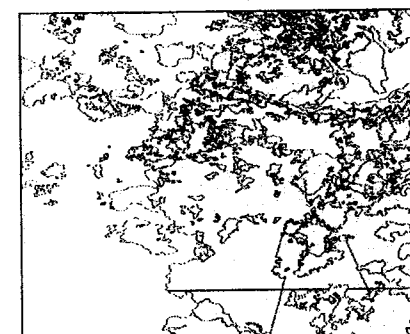
Hasil Uji Coba

Proses uji coba dilakukan sesuai dengan rangkaian skenario yang sudah dirancang. Proses ini diawali dengan proses *capture* dari kedua perangkat lunak (perangkat lunak penulis dan ESRI Arc View 3.2). Selanjutnya diikuti dengan perubahan ukuran gambar dan yang paling akhir adalah perbandingan gambar. Pada tabel 2 dapat dilihat hasil perbandingan gambar menggunakan Image Comparer dan ImageDiff. Sebagai catatan, hasil perbandingan dari ImageDiff merupakan persentase ketidaksamaan, sehingga untuk mendapatkan persentase kesamaan, maka dilakukan pengurangan terhadap nilai 100% oleh hasil dari ImageDiff (100% - %ImageDiff).

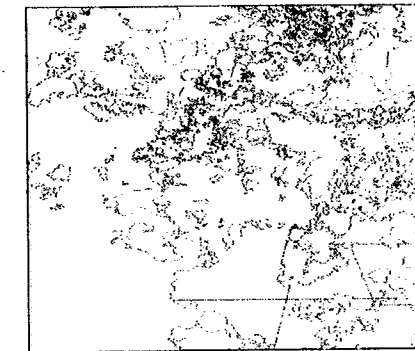
Tabel 2. Hasil Uji Coba

Nama Dokumen	Perbandingan (dalam %)	
	Image Comparer	ImageDiff
Tghk	99	96.07
Rtrwp_98	99	96.77
Kecamatan	98	98.02
Lsys	100	88.25
Fire_gtz	99	86.3

Salah satu pasangan gambar yang dipergunakan dalam proses perbandingan dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8. Gambar tersebut merupakan penyajian dari dokumen fire_gtz.



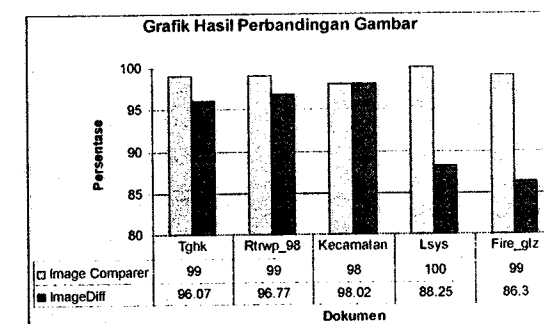
Gambar 7. Capture SVG dari Squiggle



Gambar 8. Capture dari ESRI Arc View

Analisa Uji Coba dan Evaluasi

Hasil uji coba perbandingan gambar disajikan pada gambar 9 yang disajikan dalam bentuk diagram.



Gambar 9. Grafik Hasil Perbandingan Gambar

Dari hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa gambar yang dihasilkan oleh perangkat lunak untuk melakukan konversi *shapefile* dan transformasi menjadi bentuk SVG memiliki tingkat persamaan yang cukup tinggi yaitu antara 86,30% hingga 100,00%. Beberapa kendala yang menyebabkan tingkat persentase persamaan gambar memiliki rentang yang cukup lebar adalah yang pertama warna yang digunakan. Warna yang dipergunakan dalam kedua dokumen tidak sama.

Kedua adalah proses *capture*. Proses *capture* dokumen dilakukan secara manual melalui pemilihan daerah yang akan di-*capture*. Proses ini dapat menyebabkan pergeseran letak gambar baik secara horizontal maupun vertikal sebesar satu piksel. Perbedaan ini dapat menyebabkan perangkat lunak perbandingan gambar menyatakan bahwa piksel yang dibandingkan berbeda walaupun secara visual nampak sama.

Ketiga adalah lebar titik atau garis yang dipergunakan. Garis yang dipergunakan oleh ESRI Arc View untuk penyajian secara visual

nampak lebih tipis dibandingkan dengan garis gambar hasil transformasi. Lebar garis gambar yang dipergunakan pada gambar hasil transformasi sebesar satu piksel.

Keempat adalah perangkat lunak yang dipergunakan dalam proses perbandingan memiliki kemampuan yang berbeda sehingga hasilnya berbeda pula.

SIMPULAN

1. Digunakannya teknologi *Java Open Source* dan XML sebagai teknologi alternatif penyediaan data geografis.
2. Perangkat lunak penelitian mampu melakukan ekstraksi fitur shapefile milik ESRI ARC View menggunakan *library* dari *Deegree Project* sehingga dihasilkan dokumen GML sesuai dengan *OpenGIS Geography Markup Language Implementation Specification*.
3. Kemampuan perangkat lunak penelitian untuk melakukan transformasi antar dokumen menggunakan *XSLT stylesheet* mempermudah proses penyajian data geografis sekaligus membagi penyajian menjadi dua hal berbeda yaitu data spasial dan data non spasial.
4. Kemampuan perangkat lunak penelitian untuk diakses melalui *web* menggunakan *JavaServer Pages* memenuhi aspek independensi perangkat lunak serta mampu dijalankan di berbagai lingkungan pengembangan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Apache. 2005, *Apache Jakarta Tomcat*, <http://jakarta.apache.org/tomcat/index.html>, Apache Software Foundation
- [2] Apache. 2005, *Batik Overview*, <http://xml.apache.org/batik/>, Apache Software Foundation.
- [3] Apache. 2005, *Xerces2 Java Parser 2.7.1 Release*, <http://xml.apache.org/xerces2-j/>, Apache Software Foundation
- [4] Cammack, Rex G. *Distibuter Cartography: A Look at Web-Mapping Service and How it Changes the Mapping Process*, Southwest Missouri State University.
- [5] Cox, Simon; Daisey, Paul; Lake, Ron; Portele, Clemens; Whiteside, Arliss. 2004, *Geography Markup Language (GML) ISO/TC 211/WG 4/PT 19136 OGC GML RWG*. Open GIS Consortium, Inc.
- [6] Cummins, Fred. 2002, *Enterprise Application Integration*, Wiley & Sons.
- [7] _____. 2001. *Current Support for SVG Adobe SVG Viewer Version 3.0 (Build 76)*. Adobe Systems Incorporated.
- [8] Deegree. 2003. *Building Blocks for Spatial Data Infrastructures*. <http://deegree.sourceforge.net/index.html>. Deegree Project Team
- [9] _____. 2003, *Document Structure-SVG 1.1*. <http://www.w3c.org/TR/SVG11/>.
- [10] *GIS Concept Overview*. <http://www.esri.com/software/arcgis/concepts/>. ESRI
- [11] Hunter, Jason; Crawford, William. 1998, *Java Servlet Programming*, O'Reilly & Associates.
- [12] _____. 2005, *Java Topology Suite*. <http://www.codezoo.com/pub/category/12>, O'Reilly Media Inc.
- [13] Kay, Michael H. 2005, *SAXON The XSLT and XQuery Processor*. <http://saxon.sourceforge.net/>.
- [14] Lake, Ron. *Introduction to Geography Markup Language*. Galdos System Inc.
- [15] Nasution, Beny YV. *Seri Belajar Java: Building Portal Website using Java ServerPages book 1*. Laboratorium Pemrograman Sistem Informasi.
- [16] Puntodewo, A.; Dewi, S.; Tarigan, J. 2003, CIFOR. viii, 127p: *Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*, Center for International Forestry Research.
- [17] Steeb, Willi-Hans. *Programming In Java. HTML, XML and JavaScript*, International School for Scientific Computing.
- [18] Sun. 2005, *Java Advanced Imaging API*. <http://java.sun.com/products/java-media/jai/forDevelopers/jaifaq.html>, Sun Microsystems Inc.
- [19] *Web Mapping*, <http://www.dbxgeomatics.com/web-mapping.aspx?Language=EN>, DBx Geomatics Inc.
- [20] Wiryana, I Made, Ssi.; Wicaksana, I Wayan S.Ssi, M.Eng. 2002, *Membangun server dengan Open Source*.